

DE 00/630



REC'D 26 MAY 2000	
WIPO	PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

EU

Bescheinigung

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Anordnung zur Optimierung eines
amplitudenmodulierten optischen Signals"

am 1. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 04 B und G 02 F der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 4. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Zeichen: 199 08 813.6



Weihmayr

This Page Blank (uspto)



Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Optimierung eines amplitudenmodulierten optischen Signals

5

Die Erfindung betrifft Verfahren nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2 und den Oberbegriffen der zugehörigen Anordnungsansprüche 7 und 8.

- 10 In optischen Netzen erfolgt die Übertragung von Digitalsignalen häufig mit Hilfe der Amplitudenmodulation (ASK). Bei einem logischen Zustand wird eine Trägerwelle übertragen, während des anderen logischen Zustands wird kein Signal übertragen. Bereits bei der Modulation (on-off) entsteht ein sog.
- 15 Chirp, bei dem sich die Wellenlänge des abgegebenen Signals und auch dessen Amplitude ändert. Der transiente Anteil des Chirps bewirkt im Bereich der Flanken größere Veränderungen, eine starke Vergrößerung oder Verringerung, der Wellenlänge, wobei besonders die Einschaltflanke von Bedeutung ist, da die
- 20 Änderungen bei vollem Signalpegel auftreten. Der andere, der adiabatische Anteil am Chirp läßt sich durch einen geeigneten Aufbau des Modulators gering halten.

- 25 Während der Übertragung des Impulses in einem Wellenleiter (Glasfaser) kommt es zur Selbstphasenmodulation des Trägers, einer weiteren Form des Chirps, bei der sich ebenfalls besonders im Vorderflankenbereich und Rückflankenbereich des Impulses die Wellenlänge ändert. Zusätzlich können Amplitudenverzerrungen auftreten.

30

- Durch beide Wellenlängenverzerrungen, den transienten Anteil des einschaltbedingten Chirps und der Selbstphasenmodulation kommt es zu Impulsverzerrungen des Basisbandsignals, die besonders bei Übertragungssystemen mit hohen Bitraten zur Be-
- 35 grenzung der Datenrate und der Übertragungsreichweite beitragen.

Durch im Prüffeld durchgeführte Einstellungen von Arbeitspunkten von Mach-Zehnder-Modulatoren oder integrierten Elektro-Absorbtions-Modulatoren wird üblicherweise versucht, die chirp-bedingten Störeinflüsse zu minimieren. Bei Änderungen der Betriebsparameter müssen dann jedoch Neueinstellungen vorgenommen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, Verfahren und Anordnungen zur Optimierung der Impulsform/Spektralverteilung eines amplitudenmodulierten optischen Signals insbesondere unter Berücksichtigung des modulationsbedingten Chirps und der Selbstphasenmodulation in optischen Übertragungssystemen anzugeben.

Lösungen dieser Aufgabe sind in den unabhängigen Ansprüchen angegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen bestehen darin, daß aufgrund von Qualitätskriterien für eine optimale Modulation des optischen Signals der Arbeitspunkt des Modulators eingestellt und die optimale Einstellung durch einen Regelkreis beibehalten wird.

Eine vorteilhafte und einfache Lösung ist es, vom modulierten optischen Digitalsignal ein Meßsignal abzuzweigen und dies einem Frequenzdiskriminator zuzuführen. Dessen Ausgangssignal wird - über eine Regeleinrichtung geführt - die den Arbeitspunkt des Modulators bestimmt.

30

Wird das Meßsignal sendeseitig abgenommen, können die Eigenschaften der Übertragungsstrecke durch ein einstellbares Referenzsignal berücksichtigt werden. Das Ausgangssignal des Modulators wird so eingestellt, daß sich ein optimales Empfangssignal ergibt.

.35

Steht ein Rückkanal, in der Regel ein Servicekanal, zur Verfügung, so kann vom Basisbandsignal ein Meßsignal abgezweigt und ausgewertet werden. Das von einem Phasendiskriminator abgegebene Spektralverteilungssignal oder ein hieraus erzeugtes
5 Regelsignal wird zur Quelle des Signals, dem Modulator, übertragen werden.

Ein weiteres Qualitätskriterium kann empfangsseitig aus dem demodulierten optischen Signal, dem Basisbandsignal, gewonnen
10 werden. Hierzu werden im einfachsten Fall die Abstände zur Entscheidungsschwelle gemessen, vorteilhafter Weise kann aber die Augenöffnung bewertet werden. Nach Auswertung von mehreren Messungen wird ein entsprechendes Steuersignal generiert und zum Sendeterminal übertragen, um wiederum den Arbeits-
15 punkt des Modulators zu optimieren.

Die Erfindung wird anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert.

20 Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel mit Spektralbewertung und

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel mit empfangsseitiger Bewertung der Signalqualität.
25

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Regelkreises zur Optimierung des modulationsbedingten Chirps. Das Prinzipschaltbild zeigt nur für die Erfindung wesentliche
30 Baugruppen. Ein als schmalbandige Lichtquelle 1 vorgesehener Laser liefert ein optisches Signal OS mit hoher Frequenz, das einem Modulator 2 zugeführt wird. Dieser wird durch ein Digitalsignal DS amplitudenmoduliert (On-Off-Keying). Das vom Modulator abgegebene modulierte optische Signal OSM wird in
35 einen Lichtwellenleiter einer Übertragungsstrecke 3 eingespeist und übertragen. Über einen Splitter (Koppler) 4 wird vom modulierten Signal ein Meßsignal OMT geringer Leistung

abgezweigt und einem Frequenzdiskriminator 5 zugeführt. Dieser kann beispielsweise ein optisches Filter enthalten, dessen möglichst geradlinige Flanke zur Frequenzdemodulation verwendet wird. Das demodulierte optische Signal wird in ein elektrisches Spektralverteilungssignal SV umgesetzt und einer Regeleinrichtung 6 zugeführt. Dieser wird als Führungsgröße ein einstellbares Referenzsignal RS zugeführt, das über eine Referenzeinstelleinrichtung 7, im Beispiel ein Spannungsteiler, erzeugt wird. Die Regeleinrichtung liefert als Stellgröße ein Regelsignal SR, das den Arbeitspunkt des Modulators einstellt und damit den transienten Chirp des modulierten optischen Signals auch bei Änderungen der Bauteileigenschaften optimiert.

Eine optimale Einstellung ist gegeben, wenn das Empfangssignal optimal ist. Hierzu ist eigentlich eine Messung auf der Empfangsseite erforderlich. Eine für die Einstellung verwendete kompakte Ersatz-Übertragungsstecke ermöglicht aber ebenfalls eine genaue Einstellung. Das Spektralverteilungssignal dient bei der Einstellung als Kriterium. Diesem entspricht eine spezielle Hüllkurve des modulierten Signals, die ebenfalls als Kriterium dienen kann.

Sind die Eigenschaften der Übertragungsstrecke bekannt, so werden bereits diese bei der Einstellung berücksichtigt und die Spektralverteilung (bzw. die Impulsform) wird so eingestellt, daß sich optimale Empfangsverhältnisse ergeben.

Da das Spektralverteilungssignal SV im geringen Maß abhängig von der von der Bitfolge des Digitalsignals sein kann, kann ein Zeitfenster ZF zweckmäßig sein, während dessen Dauer bestimmte Bitfolgen übertragen werden und das Regelsignal ermittelt wird.

In **Figur 2** ist eine Variante der Erfindung dargestellt. Das modulierten optische Signal OSM wird von einem ersten Terminal T1 zu einem zweiten Terminal T2 übertragen. Dort wird

empfangsseitig ein anderes Qualitätskriterium unter Mitverwendung eines an den Lichtwellenleiter der Übertragungsstrecke 3 angeschalteten Empfängers 9 ermittelt, der einen optoelektrischen Wandler 10 mit Verstärker 11 und einen Entscheider 12 enthält. Das empfangene Signal OSM wird demoduliert, verstärkt und durch den Entscheider in das am Datenausgang 13 abgegebene Digitalsignal DS rückumgesetzt (für die Erfindung unwesentlichen Schaltungen zur Verarbeitung des Digitalsignals sind nicht dargestellt).

10

Vom Ausgang des Verstärkers 11 wird das demodulierte Digitalsignal DD einer aus einer Meßeinrichtung 14 und einer Auswerteeinrichtung 15 bestehenden Bewertungseinrichtung zugeführt. Die Meßeinrichtung 14 ermittelt durch unterschiedliche Messungen die Größe der Augenöffnung und gibt diesem Meßergebnis an die Auswerteeinrichtung 15 weiter. Diese kann die Schwelle des Entscheiders 12 und die empfangsseitige Synchronisation steuern. Bei zu kleiner Augenöffnung gibt sie aufgrund eines gespeicherten Optimierungsprogramms ein Einstellsignal SE ab. Dieses wird in einer Sendeeinrichtung 18 eingespeist und über einen Servicekanal in einem zweiten Lichtwellenleiter 31 in Gegenrichtung übertragen. In einer Empfangseinrichtung 19 des ersten Terminals T1 wird das Einstellsignal separiert und einer Steuereinrichtung 16 in das Regelsignal SR zur Arbeitspunkteinstellung umgesetzt.

15

20

25

In dem dargestellten Prinzipschaltbild wird das Regelsignal SF zum in geeignete Spannungswerte umgesetzten Digitalsignal DS in einem Addierer 8 hinzuaddiert, dessen Ausgangssignal dem Modulationseingang 17 des Modulators zugeführt wird.

30

Selbstverständlich kann auch, wie bei der in Figur 1 dargestellten Anordnung, die Bewertung der Spektralverteilung des modulierten optischen Signals empfangsseitig vorgenommen werden und ein entsprechendes Spektralverteilungssignal oder auch das daraus abgeleitete Regelsignal zum Sendeteil übertragen werden.

35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Optimierung eines amplitudenmodulierten optischen Signals (OSM), das in einem Modulator (2) durch Modulation eines optischen Signals (OS) mit einem Digitalsignal (DS) erzeugt wird,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß das amplitudenmodulierte optische Signal (OSM) einem Frequenzdiskriminator (5) zugeführt wird, der ein Spektralverteilungssignal (SV) abgibt,
10 daß das Spektralverteilungssignal (SV) einer Regeleinrichtung (6) zugeführt wird, der außerdem ein einstellbares Referenzsignal (RS) zugeführt wird, und
daß durch den Vergleich beider Signale ein Regelsignal (SR)
15 erzeugt wird, das den Arbeitspunkt des Modulators (2) einstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß vom amplitudenmodulierten optischen Signal (OSM) ein Meßsignal (OMT) abgetrennt wird, das dem Frequenzdiskriminator (5) zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß das Spektralverteilungssignal (SV) am Anfang einer Übertragungsstrecke ermittelt wird, und daß das Referenzsignal (RS) unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Übertragungsstrecke (3) eingestellt wird.

30
4. Verfahren zur Optimierung eines amplitudenmodulierten optischen Signals (OSM), das in einem Modulator (2) durch Modulation eines optischen Signals (OS) mit einem Digitalsignal (DS) erzeugt wird,
35 dadurch gekennzeichnet,
daß empfangsseitig ein demoduliertes optische Signal (DD) einer Bewertungseinrichtung (14, 15) zugeführt wird, in der

die Signalqualität ermittelt und hieraus ein Einstellsignal (SE) gewonnen wird, das zu einer sendeseitig angeordneten Steuerung (16) übertragen wird, die das Einstellsignal (SE) in ein Regelsignal (SR) umsetzt, das den Arbeitspunkt des Modulators (2) einstellt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Spektralverteilungssignal (SV) empfangsseitig ermittelt wird und daß das Spektralverteilungssignal (SV) oder ein hieraus erzeugtes Regelsignal (SR) zum sendeseitig vorgesehenen Modulator (2) übertragen wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelsignal (SR) während periodisch auftretender Zeitfenster (ZF) gewonnen wird.

7. Anordnung zur Optimierung eines amplitudenmodulierten optischen Signals (OSM) mit einer Lichtquelle (1) und einem Modulator (2), dem ein optisches Signal (OS) und eine Digital-signal (DS) zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß an den Ausgang des Modulators (2) über einen Splitter (4) ein Frequenzdiskriminator (5) angeschaltet ist, der ein Spektralverteilungssignal (SV) abgibt, daß eine Regeleinrichtung (6) mit einer Referenzsignal-Einstellvorrichtung (7) vorgesehen ist, der das Spektralverteilungssignal (SV) zugeführt wird und die ein Regelsignal (SR) erzeugt, das den Arbeitspunkt des Modulators (2) steuert.

8. Anordnung zur Optimierung eines amplitudenmodulierten optischen Signals (OSM) mit einer Lichtquelle (1) und einem Modulator (2), dem ein optisches Signal (OS) und ein Digital-signal (DS) zugeführt werden, dadurch gekennzeichnet,

daß empfangsseitig ein Empfänger (9) vorgesehen ist, der ein abgibt,

daß eine Bewertungseinrichtung (14, 15) vorgesehen ist, die aus dem demodulierten Digitalsignal (DD) ein Qualitätskriterium ermittelt und hieraus ein Einstellsignal (SE) ableitet, 5
daß Übertragungseinrichtungen (17, 18) vorgesehen sind, über die das Einstellsignal (SE) zu einer sendeseitig angeordneten Steuerung (16) übertragen wird, die das Einstellsignal (SE) in ein Regelsignal (SF) umsetzt, das den Arbeitspunkt des Mo-
10 dulators (2) einstellt.

9. Anordnung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß das empfangsseitig als Bewertungseinrichtung (14, 15) 15
eine Meßeinrichtung (14) zur Messung der Augenöffnung des demodulierten Digitalsignals (DD) vorgesehen ist, und
daß eine Auswerteeinrichtung (15) an die Meßeinrichtung (14) angeschlossen ist, die Meßergebnisse auswertet und in das Einstellsignal (SE) umsetzt.

20

10. Anordnung nach Anspruch 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein Addierer (8) vorgesehen ist, dem das Regelsignal (SF) und das Digitalsignal (DS) zugeführt werden und
25 daß der Addiererausgang an einem Modulationseingang (17) des Modulators (2) geführt ist.

Zusammenfassung

Verfahren und Anordnung zur Optimierung der Impulsform eines amplitudenmodulierten optischen Signals

5

Die durch Chirp und Selbstphasenmodulation verursachten Einflüsse auf die Übertragungsqualität werden durch einen optimal eingestellten Arbeitspunkt des Modulators (2) zumindest weitgehend korrigiert. Zur Beibehaltung der optimalen Einstellung werden in Regelschleifen geeignete Kriterien gewonnen.

10

Figur 1

FIG 1

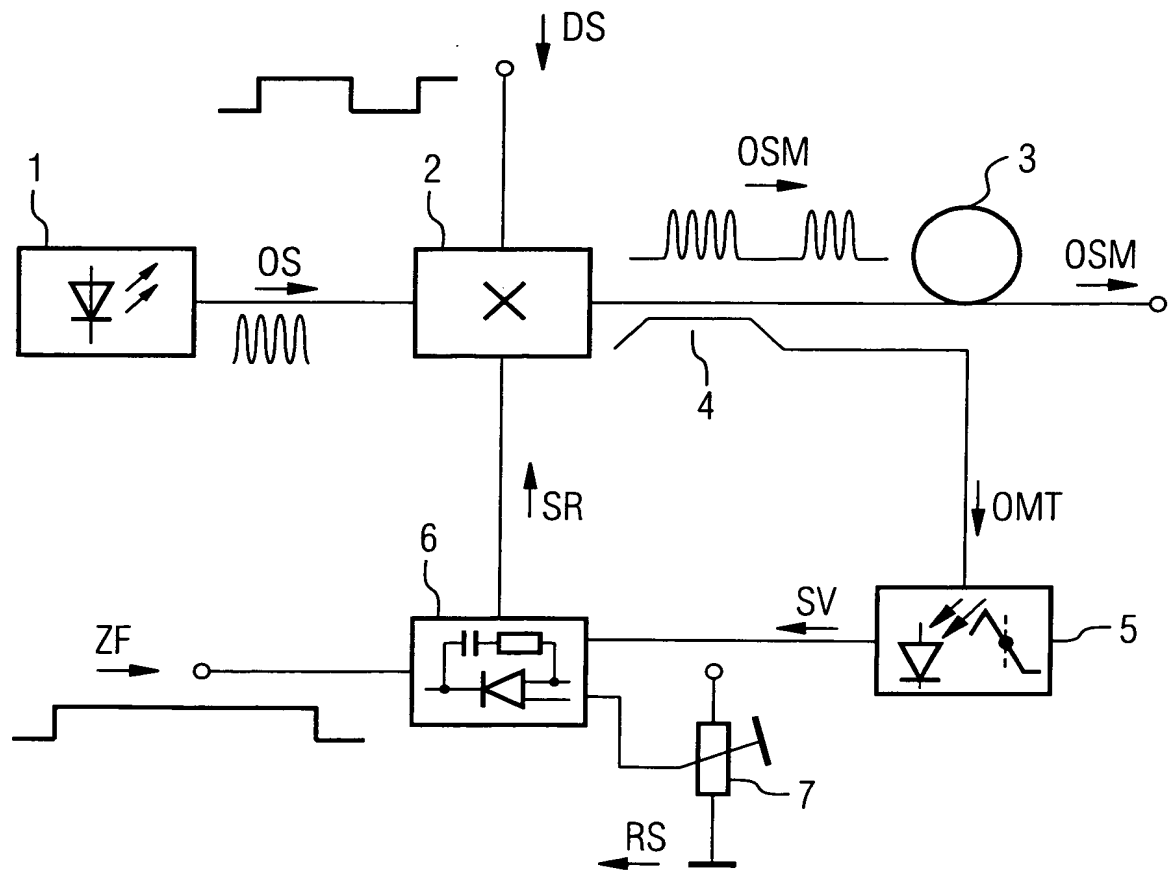
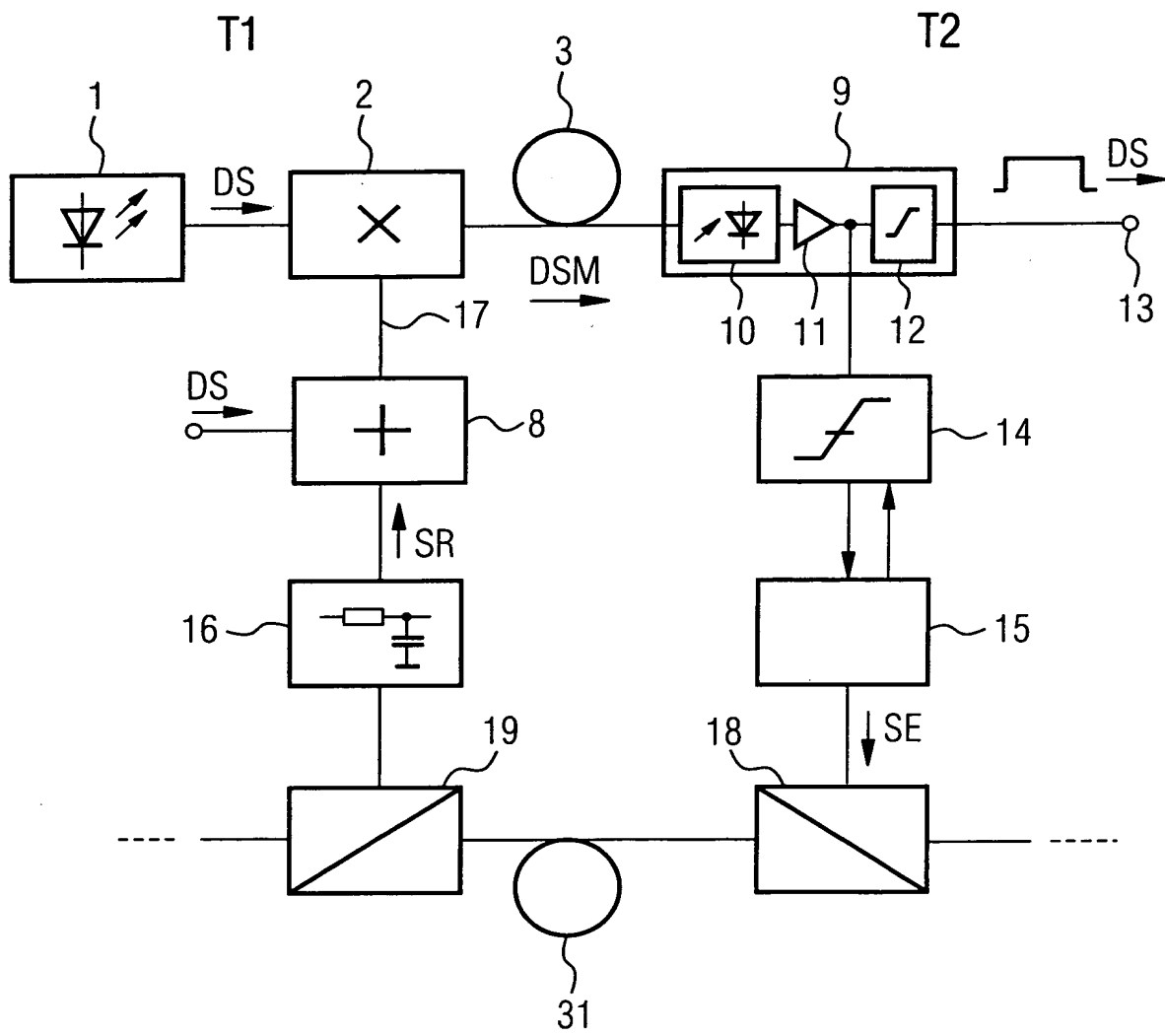


FIG 2



This Page Blank (uspto)